

Bescheinigung

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Optimierung der Auslastung von Verbindungsabschnitten in Systemen, in denen Informationen in Datenpaketen übertragen werden"

am 21. Mai 1996 beim Deutschen Patentamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.


Die Anmeldung hat im Deutschen Patentamt vorläufig das Symbol H 04 L 12/56 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 2. Juni 1997

Der Präsident des Deutschen Patentamts

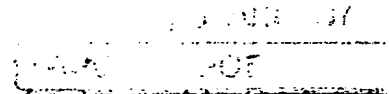
Im Auftrag

Hiebinger



Aktenzeichen: 196 20 428.3

inis Page Blank (uspto)



Beschreibung

Verfahren zur Optimierung der Auslastung von Verbindungsabschnitten in Systemen, in denen Informationen in Datenpaketen übertragen werden.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

10

Bei zeitgemäßen Paketvermittlungssystemen werden Informationen in Datenpaketen übertragen. Als Beispiel hierfür seien ATM-Zellen genannt. Diese weisen einen Kopfteil sowie einen Informationsteil auf. Im Kopfteil sind Verbindungsinformationen und im Informationsteil die zu übertragenden Nutzdaten abgespeichert. Die eigentliche Übertragung erfolgt in der Regel über Verbindungsabschnitte zwischen Sender und Empfänger. Dabei besteht gegebenenfalls das Erfordernis, die Verbindungsabschnitte derart auszunutzen, daß eine Mehrzahl von Sendeeinrichtungen die von diesen ausgehenden Zellenströme über denselben Verbindungsabschnitt übertragen.

20

Um die Übertragung der jeweiligen Zellenströme entsprechend den Erfordernissen der einzelnen Zellenströme durchführen zu können, hat sich beim Stand der Technik ein sogenanntes WEIGHTED FAIR QUEUEING SCHEDULING - Verfahren durchgesetzt. Die entsprechenden Verhältnisse sind beispielsweise in der Druckschrift „Virtual Spacing for Flexible Traffic Control“, J.W. Roberts, International Journal of Communication Systems, Vol. 7, 307-318 (1994) aufgezeigt. Dabei werden den einzelnen Zellenströmen unterschiedliche Gewichtungsfaktoren zugewiesen, mit denen der eigentliche Übertragungsvorgang auf den einzelnen Verbindungsabschnitten gesteuert wird. Zum besseren Verständnis sei auf Figur 3 verwiesen.

30

35

Dort sind beispielhaft Zellenströme 1 ... n offenbart. Die n Zellenströme werden von einer Sendeeinrichtung DEMUX in Richtung eines oder mehrerer Empfänger geleitet. In der Praxis wird dabei lediglich ein gemeinsamer Verbindungsabschnitt benutzt. Den n Zellenströmen sind weiterhin Gewichtungsfaktoren $r_1 \dots r_n$ zugewiesen. Zum einfachen Verständnis sei angenommen, daß lediglich zwei Zellenströme, nämlich die Zellenströme 1, 2 über ein Verbindungsabschnitt geführt werden sollen. Der Verbindungsabschnitt soll weiterhin eine maximale Übertragungskapazität von 150 Mbit/sec aufweisen. Beiden Zellenströmen 1 und 2 sind Gewichtungen $r_1 = 2$ sowie $r_2 = 1$ zugewiesen. Damit wird erreicht, daß Zellenstrom 1 mit einer Übertragungsrate von 100 Mbit/sec und Zellenstrom 2 mit lediglich 50 Mbit/sec übertragen wird, falls für beide Zellenströme Zellen zur Übertragung anstehen. Falls lediglich einer der beiden Zellenströme Zellen zu übertragen hat, wird diesem Zellenstrom die gesamte Übertragungskapazität von 150 Mbit/sec zugewiesen.

In Figur 2 ist offenbart, wie die soeben angesprochenen theoretischen Überlegungen beim Stand der Technik in die Praxis übertragen werden. Danach wird aufgezeigt, wie Datenpakete bzw. ATM-Zellen mit dem Weighted Fair Queueing Scheduling Algorithmus behandelt werden. Dabei werden ankommenden Zellen der Eingangseinrichtung EE zugeführt, an die Demultiplexeinrichtung DEMUX weitergeleitet und dort mit Hilfe einer hier implementierten Demultiplexfunktion unter zu Hilfenahme einer Kennung QID in eine logische Warteschlange gespeichert. Die Kennung QID ist dabei im Zellenkopf einer jeden Zelle enthalten.

Zeitgleich hierzu werden in der Eingangseinrichtung EE ermittelte Steuerdaten einer Schedulingeinrichtung S zugeführt. Hier läuft ein an sich bekannter Scheduling Algorithmus ab.

Dies kann beispielsweise der Weighted Fair Queueing Scheduling Algorithmus oder ein beliebiger sonstiger Algorithmus sein. Dieser Algorithmus bestimmt beispielsweise, in welcher Reihenfolge oder zu welchem Zeitpunkt die in den

5 Pufferspeichern $P_1 \dots P_n$ gespeicherten Zellen ausgelesen werden sollen. Das Ergebnis der Bewertung der Steuerdaten durch diesen Algorithmus wird der Ausgangseinrichtung AE zugeführt. Die in den Pufferspeichern $P_1 \dots P_n$ gespeicherten Zellen werden nun auf Basis des Ergebnisses der Bewertung

10 durch den in der Schedulingeinrichtung S ablaufenden Algorithmus ausgelesen. Weiterhin wird ein Quittungssignal auf die Eingangseinrichtung EE zurückgekoppelt. Danach und bei Ankunft einer neuen Zelle in der Eingangseinrichtung EE mit einer Kennung QID und bei Rückmeldung 'gewählte QID' wird von

15 der Eingangseinrichtung EE in Abhängigkeit vom Pufferfüllstand für $QID = i$ sowie dem Scheduling-Verfahren entschieden, ob die Meldung „SCHEDULE QID“ generiert wird. Diese Meldung zeigt der Schedulingeinrichtung S an, daß diese für diese Kennung QID den nächsten Übertragungszeitpunkt in

20 irgendeiner Weise vorplanen soll.

Problematisch an einer derartigen Vorgehensweise ist, daß der Weighted Fair Queueing Scheduling Algorithmus zwar minimale Zellenraten garantiert, daß aber eine maximale Zellenratenbegrenzung hier nicht durchgeführt werden kann. Dies ist aber

25 insofern wesentlich, da in der Praxis oft - zum Beispiel bei ABR-Verkehr (Available Bit Rate) - sowohl minimale als auch maximale Zellraten eingehalten werden müssen.

30 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Weg aufzuzeigen, wie der Weighted Fair Queueing Scheduling Algorithmus derart modifiziert werden kann, daß auch hier eine optimierte Übertragung sichergestellt ist.

Die Aufgabe wird ausgehend von den im Oberbegriff des Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen durch die Merkmale des kennzeichnenden Teiles gelöst.

- 5 Vorteilhaft an der Erfindung ist, daß nach Maßgabe einer im
Paketkopf enthaltenen Kennung gegebenenfalls ein zweistufiges
Schedulingverfahren durchgeführt wird. Dabei wird das Erge-
10 bnis der ersten Stufe als Eingangssignal für die zweite Stufe
genommen. Damit wird insbesondere erreicht, daß sowohl eine
untere als auch eine obere Begrenzung der Zellenrate
steuerbar ist. Insbesondere ist dieses Verfahren nicht auf
15 die Verwendung eines bestimmten Algorithmus beschränkt.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteran-
15 sprüchen vorgesehen.

- Gemäß Anspruch 2 ist vorgesehen, daß durch die erste Stufe
des zweistufigen Schedulingverfahrens eine Begrenzung der
Verbindungsparameter während des Übertragungsvorganges durch-
20 geführt wird. Insbesondere soll damit eine Begrenzung der
Zellenrate gesteuert werden. Damit wird erreicht, die Zellen
während des Übertragungsvorganges nicht mit höheren Zellen-
raten übertragen werden.

- 25 Gemäß Anspruch 3 ist vorgesehen, daß die zweite Stufe des
zweistufigen Schedulingverfahrens der Weighted Fair Queing
Scheduling Algorithmus ist. Damit ist der Vorteil verbunden,
daß auf ein bewährtes Verfahren zurückgegriffen werden kann.
Weiterhin ist hieran vorteilhaft, daß eine untere Begrenzung
30 der Zellenrate durch diesen Algorithmus garantiert wird.

- Gemäß Anspruch 4 ist vorgesehen, daß in einer Eingangsein-
richtung eine Tabelle geführt wird, in der die aktuellen
Füllstände der Pufferspeicher enthalten sind. Damit ist der
35 Vorteil verbunden, daß jederzeit ein aktuelles Abbild dieser
Füllstände hier gespeichert ist.

Gemäß Anspruch 5 ist vorgesehen, daß nach Maßgabe der von der
Schedulereinrichtung erhaltenen Steuerdaten die Ausgangsein-
richtung Zellen wenigstens einem der Pufferspeicher entnimmt
5 und diesen Vorgang der Eingangseinrichtung quittiert.. Durch
die Rückkoppelung hat der Auslesevorgang unmittelbaren Ein-
fluß auf die erste Stufe des zweistufigen Verfahrens. Die
beiden Stufen des zweistufigen Schedulingverfahrens arbeiten
somit nicht unabhängig voneinander. Die Arbeitsweise der
10 ersten Stufe wird von der Arbeitsweise der zweiten Stufe
beeinflußt. Als Rückkopplungsparameter können beispielsweise
die Kennung oder die Paketlänge verwendet werden.

Gemäß Anspruch 6 ist vorgesehen, daß die Kennung während des
15 Verbindungsaufbaus eingetragen wird.

Gemäß Anspruch 7 ist vorgesehen, daß die Datenpakete ATM -
Zellen sind. Damit kann die Erfindung insbesondere für ATM-
Netze Anwendung finden.

20

Es zeigen:

Figur 1 das erfindungsgemäße Verfahren

25

Figur 2 die praktische Anwendung des Standes der Technik

Figur 3 theoretische Überlegungen bezgl. des Standes der
Technik

30

In Figur 1 ist das erfindungsgemäße Verfahren aufgezeigt. Da-
bei wird davon ausgegangen, daß die Informationen nach einem
asynchronen Transfermodus (ATM) in ATM-Zellen übertragen wer-
den.

35

Die Zellen werden der Eingangseinrichtung EE in einem Zellenstrom zugeführt. Im Kopfteil einer jeden Zelle ist die Weeginformation abgespeichert. Weiterhin ist hier im Zuge des Verbindungsaufbaus eine Kennung QID abgelegt worden. Diese
5 Kennung ist eine Zellenstromkennung, die verbindungsindividuell oder für ein Bündel von Verbindungen im Zellenkopf eingetragen wird. Der Kennung QID werden in der Regel einfache Zahlenwerte zugewiesen. In vorliegendem Ausführungsbeispiel soll die Kennung QID die Werte 1...N aufweisen. Die Zellen selbst werden ausgehend von der Eingangseinrichtung EE der Demultiplexeinrichtung DEMUX zugeführt und dort mit Hilfe einer hier implementierten Demultiplexfunktion unter zu Hilfenahme der Kennung QID in als logische Warteschlange ausgebildete Pufferspeicher $P_1 \dots P_n$ eingeschrieben.

15 In der Eingangseinrichtung EE ist weiterhin in einer Tabelle T abgelegt, welche der Verbindungen eine Begrenzung der Verbindungsparameter während des Übertragungsvorganges benötigen. In vorliegendem Ausführungsbeispiel wird davon ausgegangen, daß im Sinne der Begrenzung von Verbindungsparametern eine Begrenzung der Zellenrate gesteuert wird. Um die Verbindung zu verifizieren, wird jeder der ankommenden Zellen die Kennung QID entnommen und mit den Einträgen der Tabelle T verglichen.

25 Falls keine Begrenzung der Zellenrate für eine Verbindung durchgeführt werden soll, werden entsprechende Steuerdaten unter Umgehung der Schedulereinrichtung S_1 über den Verbindungsabschnitt B der Schedulereinrichtung S_2 zugeführt. Dort
30 werden die Steuerdaten einem an sich bekannten Schedulingalgorithmus unterworfen. In vorliegendem Ausführungsbeispiel soll dies das Weighted Fair Queueing Scheduling Verfahren sein, das bereits eingangs beschreiben wurde. Mit einem derartigen Algorithmus wird erreicht, daß im Sinne einer Garantie der Verbindungsparameter der Zellen während des Übertragungsvorganges eine untere Zellenrate garantiert wird.
35

Gemäß vorliegendem Ausführungsbeispiel werden für eine der Verbindungen, beispielsweise für die Verbindung mit der Nummer 8 (QID=8) eine Begrenzung der Zellenrate durchgeführt.

5 In diesem Fall werden die Steuerdaten über den Verbindungsabschnitt A der Schedulereinrichtung S_1 zugeführt. Hier gelangt ein Algorithmus zum Ablauf, der eine obere Begrenzung der Zellenrate steuert. Dies erfolgt dadurch, daß eine hier implementierte Funktion die von der Eingangseinrichtung EE
10 zugeführten Steuerdaten zusammen mit der Kennung QID so vorplant, daß die einzelnen Zellen eine vorgegebene Rate nicht überschreiten. Zu dem Zeitpunkt, an dem die Schedulereinrichtung S_1 eine Zelle auslesen würde, erzeugt sie jedoch ihrerseits ein Steuersignal zur Vorplanung des Auslesezeit-
15 punktes entsprechend dem in der Schedulereinrichtung S_2 ablaufenden allgemeinen Scheduling Algorithmuses. Für dieselbe Kennung QID findet keine Vorplanung des nächsten Ereignisses in der Schedulereinrichtung S_1 statt. Auf Anstoß der Schedulereinrichtung S_1 plant somit die Schedulereinrichtung S_2
20 entsprechend dem hier ablaufenden Scheduling Algorithmus die Reihenfolge für die angezeigte Kennung QID. Die durch die Schedulereinrichtung S_1 vorgeplanten Zellen erfahren somit gegebenenfalls eine zusätzliche Verzögerung. Damit unterscheiden sich gegebenenfalls die in der Schedulereinrichtung
25 S_1 eingestellte Spitzenbitrate von derjenigen, mit der die Zellen ausgelesen werden.

In vorliegendem Ausführungsbeispiel soll beispielhaft in der Schedulereinrichtung S_2 der Weighted Fair Queueing Scheduling
30 Algorithmus zur Anwendung gelangen, wobei auch andere Algorithmen anwendbar sind. Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht auf die Verwendung eines bestimmten Algorithmus beschränkt.

35 Das Ergebnis der Bewertung des in der Schedulereinrichtung S_2 ablaufenden Algorithmus wird zu der Ausgangseinrichtung AE

geleitet. Immer wenn die nächste Zelle aus einem Pufferspeicher $P_1 \dots P_n$ mit einer bestimmten Kennung QID ausgelesen werden soll, wird dies der Ausgangseinrichtung AE angezeigt. Diese liest die erste Zelle mit der angezeigten Kennung QID

5 aus dem in Frage kommenden Pufferspeicher $P_1 \dots P_n$ aus und meldet dies zusammen mit der entsprechenden Kennung QID der Eingangseinrichtung EE. Hier wird daraufhin überprüft, ob noch eine weitere Zelle mit dieser QID im Pufferspeicher gespeichert ist. Ist dies der Fall, wird ein entsprechendes

10 Signal (SCHEDULE QID) an die Schedulereinrichtung S_1 gesendet. Ist dies nicht der Fall, erfolgt keine weitere Aktion im Sinne einer Vorplanung (Auslesen) in der Schedulereinrichtung S_1 für diese Kennung QID.

15 Mit diesem Verfahren wird erreicht, daß ein Ereignis für eine Kennung QID nur in der Schedulereinrichtung S_1 oder S_2 , aber nicht in beiden Einrichtungen gleichzeitig vorgeplant werden kann. Weiterhin sind beide Funktionsblöcke S_1 und S_2 nicht an eine bestimmte Implementierung gebunden. Damit wird von

20 diesem zweistufigen Algorithmus bestimmt, in welcher Reihenfolge und zu welchem Zeitpunkt die in den Pufferspeichern $P_1 \dots P_n$ gespeicherten Zellen ausgelesen werden sollen.

Abschließend sei noch angemerkt, daß vorstehendes Ausführungsbeispiel am Beispiel von ATM-Zellen beschrieben ist. Die Erfindung ist jedoch nicht allein darauf beschränkt. So kann das erfindungsgemäße Verfahren ebenfalls bei der Übertragung von Informationen in Datenpaketen als solchen zur Anwendung gelangen. Dabei muß aber dann dafür Sorge getragen werden,

30 daß die Paketlänge den Steuerdaten mitgegeben wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Optimierung der Auslastung von Verbindungs-
abschnitten in Systemen, in denen Informationen in Datenpa-
keten übertragen werden, mit
5 einem Schedulingverfahren (S_2), mit dem Verbindungsparameter
der Datenpakete während des Übertragungsvorganges garantiert
werden, und mit einer Kennung (QID), die im Paketkopf abge-
legt ist,
10 dadurch gekennzeichnet,
daß nach Maßgabe der Kennung (CID) gegebenenfalls ein zwei-
stufiges Schedulingverfahren (S_1, S_2) durchgeführt wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß durch die erste Stufe des zweistufiges Schedulingver-
fahrens (S_1) eine Begrenzung der Verbindungsparameter während
des Übertragungsvorganges durchgeführt wird.
20
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die zweite Stufe des zweistufiges Schedulingverfahrens
25 (S_2) ein Weighted Fair Queing Scheduling Algorithmus ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
30 daß in einer Eingangseinrichtung (EE) eine Tabelle (T) ge-
führt wird, in der die aktuellen Füllstände der Pufferspei-
cher ($P_1 \dots P_n$) enthalten sind.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß nach Maßgabe der von der Schedulereinrichtung (S_2) er-
haltenen Steuerdaten eine Ausgangseinrichtung (AE) Zellen
5 wenigstens einem der Pufferspeicher ($P_1 \dots P_n$) entnimmt und
diesen Vorgang der Eingangseinrichtung (EE) quittiert.

10 6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Kennung (CID) während des Verbindungsaufbaus einge-
tragen wird.

15 7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Datenpakete ATM - Zellen sind.

20

Zusammenfassung

Verfahren zur Optimierung der Auslastung von Verbindungsabschnitten in Systemen, in denen Informationen in Datenpaketen
5 übertragen werden.

Beim Stand der Technik hat sich zur Übertragung von Datenpaketen das Weighted Fair Queueing Scheduling Verfahren herausgebildet. Dieses Verfahren stellt ausschließlich eine untere Begrenzung der Übertragungsrate der Datenpakete sicher.
10 Um auch eine obere Begrenzung der Übertragungsrate erreichen zu können, wird beim erfindungsgemäßen Verfahren gegebenenfalls ein weiteres Scheduling-Verfahren vorgeschaltet.

15 Figur 1

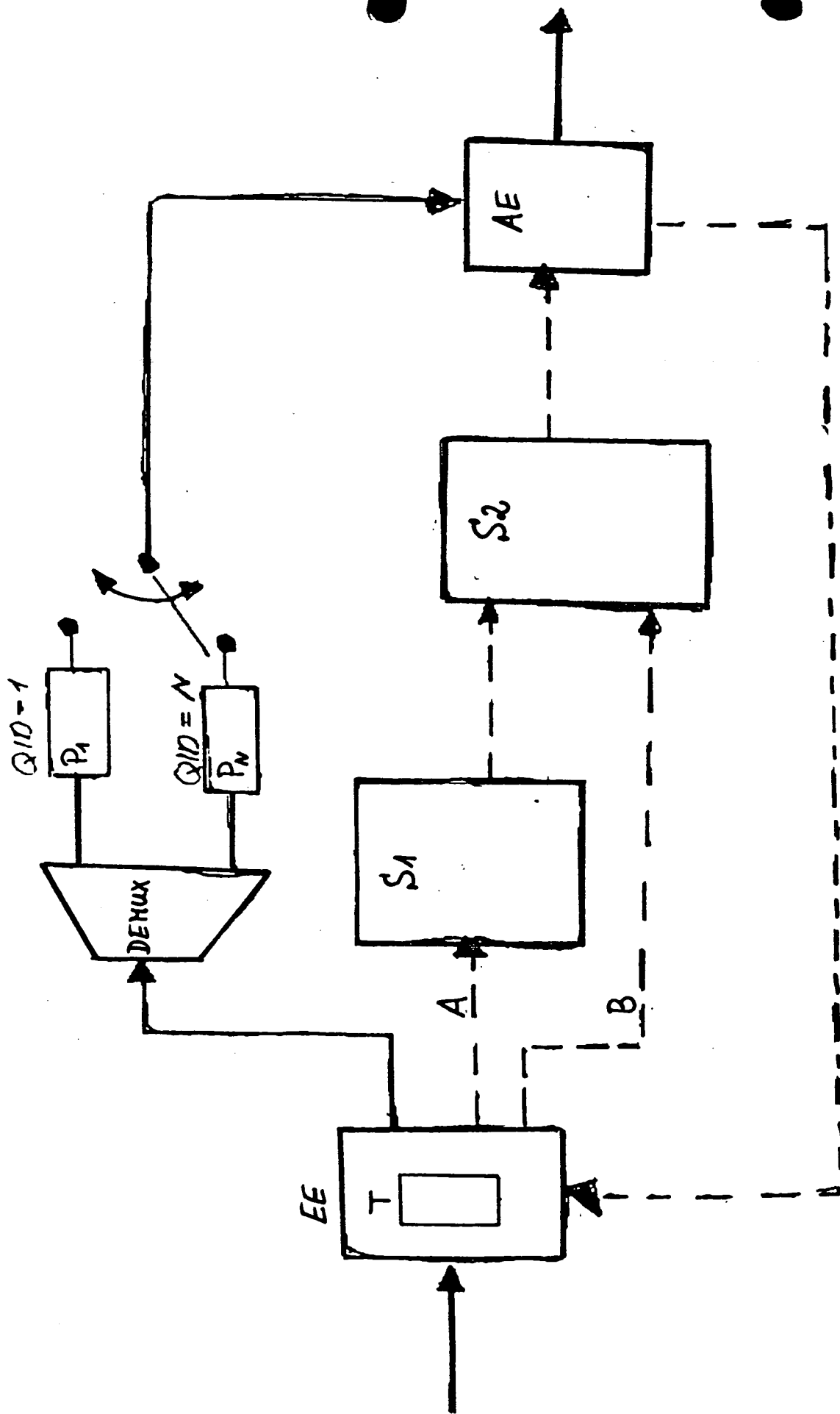


Fig. 1

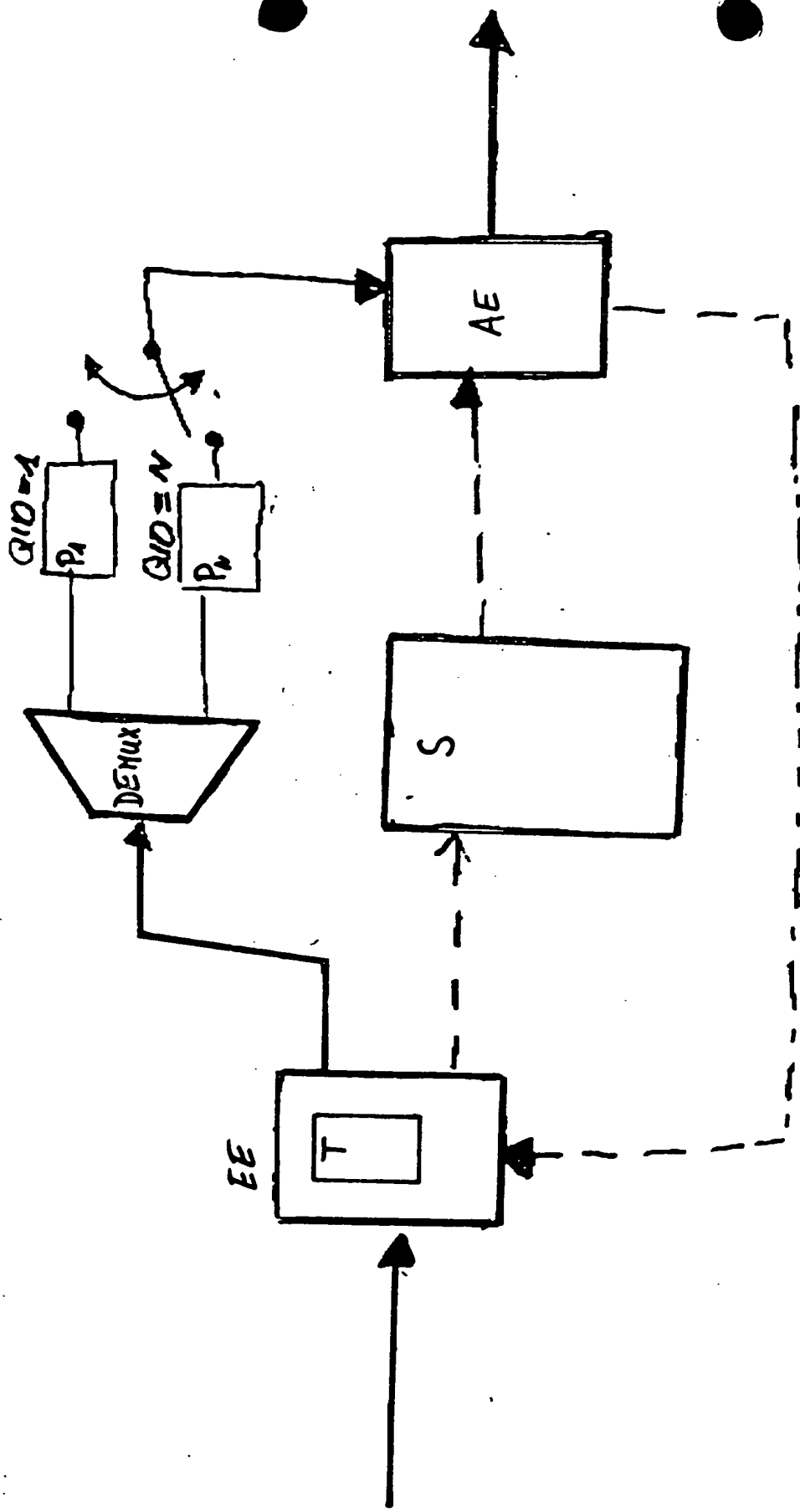


Fig. 2

FIG 3

